# 一种基于优先级组呼业务的动态信道分配策略*

唐 宏, 魏忠祥, 朱 江, 陈 浩
(重庆邮电大学 移动通信技术重庆市重点实验室, 重庆 400065)

**摘 要**: 以提高组呼业务 QoS 为目的,针对组呼业务在 TD-SCDMA 集群通信系统中的重要性,以及系统中用户呼叫、移动的群组性,提出了一种适用于集群通信系统的动态资源分配算法。当组呼业务达到接入门限时,组呼业务可借用普通群组的数据业务(非调度数据业务类)资源。仿真结果表明,该算法有效降低了高优先级、人数众多群组的通话阻塞率,提高了系统服务效用值,是一种适用于集群通信系统的算法。

**关键词**: 集群通信系统; 优先级; 组呼; 动态信道分配
**中图分类号**: TN929.52 **文献标志码**: A **文章编号**: 1001-3695(2012)09-3383-03
doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.09.048

# Dynamic channel allocation strategy based on priority and group call service

TANG Hong, WEI Zhong-xiang, ZHU Jiang, CHEN Hao
(*Chongqing Key Laboratory of Mobile Communications Technology*, *Chongqing University of Posts & Communications*, *Chongqing* 400065, *China*)

**Abstract**: In order to improve the QoS of group call service, the paper aimed at the importance of group call in trunking communication system. This paper gave an algorithm which was proper for dynamic channel allocation. The group call could borrow channel from common data(not dispatching data) when reaching the threshold(threshold could adjust according to different need dynamic). Simulation results show that, the new algorithm reduces call failure probability of large and high priority group and improves the service utility of system. The improved algorithm is suit for trunking system(DCA).

**Key words**: trunking communication system; priority; group call; dynamic channel allocation

## 0 引言

集群无线通信系统是近几年发展起来的一种经济、灵活的指挥调度通信系统,广泛应用在政府机关、能源交通、机场码头、工矿企业、消防警察、水利和军事等单位。TD-SCDMA 集群通信系统能够支持一对多通信业务,即组呼。实现下行资源的共享,不仅节约了信道的资源,也大大减少了因为资源不足而产生的呼叫阻塞概率。同时,TD-SCDMA 集群通信技术为实现向 TD-LTE 集群技术的演进提供了重要的技术参考[1,2]。

文献[3]中,提出了一种类似于负载均衡的 DCA 算法,将负载较高的小区部分负载强制分配至负载较轻的小区,同时使得主叫用户不会被强制切换,避免因为资源的重新分配导致掉话。但是当用户处于下行资源共享时,也可能被强制切换,需要重新占用资源,降低了整个系统的资源利用率。文献[4,5]中,提出了混合数据速率、小分组借用(mixed-data rate grouping borrowed, MRG)算法,数据业务可以在语音信道空闲时借用语音信道,但是对于集群通信的业务特殊性未予考虑,本文中以 MRG 算法作为比较算法。文献[6]研究了慢速 DCA,对于业务需求不同的小区分配不同的上下行时隙个数,同时为群组用户分配不交叉时隙。然而,集群通信系统中,常常存在呼叫以及移动的群组性,当业务已经占用信道时需要快速 DCA 来满足特殊需求。

本文基于 TD-SCDMA 通信系统,结合集群通信的特点,提出了一种快速 DCA 的改进算法,称为基于优先级和组呼业务(priority and group call, PGC)的 DCA 算法。通过仿真,提出的算法与混合 MRG DCA 算法相比,明显降低了组呼业务的阻塞率,提升了系统中资源利用率。

## 1 基于 TD-SCDMA 集群通信的动态信道分配策略

在 TD-SCDMA 系统中采用动态信道分配,以提高资源的利用率以及满足不同的业务要求。传统的动态信道分配中,根据不同侧重点来动态地分配资源[3]。

### 1.1 基于优先级和组呼业务的 DCA 算法

集群通信中存在组呼以及全呼业务,由于每个群组的人数众多,对于下行信道来说,就必须共享下行信道来节约资源。由于本群组的数据业务是相同的,但是群组中各个用户的状态不同,导致了信令数据不同。在网络侧将下行的业务与信令数据分开传送。

当某个群组有呼叫产生时,假设在众多的成员中,存在少数说用户以及多数的听用户。当小区中已有听用户占用资源时,由于本群组的数据业务是相同的,本群组其他听用户可以共享下行业务信道,而不需要另行占用。所以应对这个群组人数较多的听用户给予特殊的考虑,这样做使得占用最少资源情

**收稿日期**: 2011-12-08; **修回日期**: 2012-02-03 **基金项目**: 国家科技重大专项基金资助项目(2012ZX03004009);重庆市科委重点实验室专项经费资助项目;重庆市教委优秀成果转化项目(kjzh11206)

**作者简介**:唐宏(1967-),男,四川南充人,教授,博士,主要研究方向为移动通信、计算机网络、数据挖掘(tangh@cqupt.edu.cn);魏忠祥(1986-),男,山西太原人,硕士研究生,主要研究方向为移动通信;朱江(1977-),男,湖北人,博士,主要研究方向为无线通信技术与理论、认知无线电技术;陈浩(1987-),男,江西南昌人,硕士研究生,主要研究方向为移动通信.

况下服务了尽可能多的用户。在此基础上,提出了一种适用于集群通信系统的 DCA 算法。PGC 算法基于以下几点来考虑:

a)针对听用户的下行信道共享。

b)对于优先级较高、人数众多群组,应给予特殊考虑。

c)数据业务的非实时性及语音业务的实时性,使得数据业务在合理范围内可以存在一定时延。

PGC 算法根据集群通信的特点,说用户发起语音呼叫时,同群组的听用户可以共享下行信道。并且由于数据业务的非实时性,使得数据业务可以存在一定时延。若优先级高群组的语音业务在阻塞人数很多,并且到达接入门限时,这时查看信道中有无正在传输的非调度类数据业务,若此数据业务属于优先级较低的群组,则使用较低的传输速率即 64 kbps 来传输,只占用 8 个 BRU[7],释放的码道用于语音传输。这样,使得优先级较低群组的数据业务付出一定时延,却能让人数众多的听用户降低掉话率,是一种较为理想的平衡措施。图 1 为 PGC 算法流程,图 2 为 PGC 算法模型图。

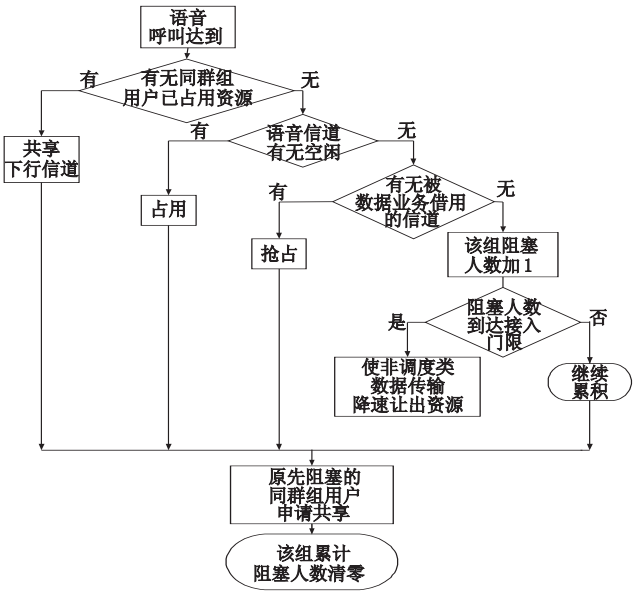


图1　PGC算法流程

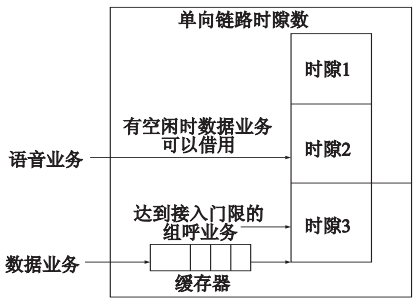


图2　PGC算法模型图

现设扩频因子为 16 的一个信道作为一个基本资源单元,一个时隙中有 16 个 BRU。业务类型分为语音业务以及数据业务。语音业务需要使用 2 个 BRU;而数据业务按照传输速度分成两种高速数据业务传输速率为 144 bps,需要占用 16 个 BRU,低速数据业务传输速率为 64 bps,需要占用 8 个 BRU[5]。

信道资源分为语音信道与数据信道,数据业务可以借用空闲的语音信道以提高信道利用率。当语音用户到达,先查看语音信道,若有足够资源则占用。若无足够资源则查看有无数据业务的占用,存在数据业务的借用则由语音业务强占被借用的信道,数据业务进入缓存,待有资源时再进行传输;如果无数据业务占用则呼叫阻塞,阻塞累积人数加 1。当本组阻塞累计人数达到接入门限,则使得数据信道中正在传输的低优先级群组的非调度类数据业务降速,释放出的信道用于语音数据传输。

### 1.2　接入门限的确定

$$th = \Delta\rho_c/\rho_c \times \omega_1 - \Delta\rho_d/\rho_d \times \omega_2 \tag{1}$$

在集群通信系统中,存在语音业务以及数据业务,不同群组间也存在优先级高低之分,所以有必要做到语音业务与数据业务之间以及不同优先级群组业务之间的平衡。利用式(1)来设置接入门限。在某小区内部,用 $\Delta\rho_c$ 表示某群组呼叫业务已经阻塞的人数,$\rho_c$ 表示本小区中已占用信道的所有语音呼叫的用户数;$\Delta\rho_d$ 表示某群组进行非调度类数据传输的人数,$\rho_d$ 表示本小区中所有数据通信的用户个数;$\omega_1$ 与 $\omega_2$ 是比例因子,并且 $\omega_1 + \omega_2 = 1$,可以根据语音呼叫业务量以及数据业务量及优先级情况进行调整。但要注意,只是对于优先级较高且达到接入门限的群组,其语音业务才能使用该算法;对于优先级较低群组,其语音业务无法进行抢占资源。对于群组之间优先级的划分,可以根据具体要求加以变化。

### 1.3　PGC 算法马尔科夫模型

如图 3 所示,假设模型存在大量非调度类数据(以高速为例)业务,对语音业务以及非调度类数据业务建立马尔可夫二维排队模型。$P(i,j)$ 表示稳态概率,$i$ 表示系统中正在服务语音业务数(以组呼业务为模型),$j$ 表示缓存器中的数据包个数。横向为 $M/M/m(\infty,C)$ 排队模型,纵向是 $M/M/m(\infty,K)$ 排队模型,$C$ 表示可以服务语音服务的窗口数,$K$ 表示系统缓存器最大容量。$\lambda_c$ 为语音切换到达率($\lambda_h$)与语音新生成到达率($\lambda_n$)之和,$\lambda_d$ 为数据业务到达率;$\mu_c$ 与 $\mu_d$ 分别为语音服务率以及数据服务率。下行链路为 3 个时隙,每时隙 16 个 BRU,数据信道与语音 BRU 按照 32∶16 比例划分,理论上可服务 16 个语音业务(每个占用 2 个 BRU)和 1 个高速数据包业务(每个占用 16 个 BRU)。$p(0,3)$,$p(8,2)$,$p(16,1)$ 为特殊状态,当处于这几种状态并且到达接入门限,可以使得数据包降速,节省的信道用于服务组呼业务。在极端情况下,系统中不存在高速传输的数据包,只以低速传输,节约信道用来服务语音业务。

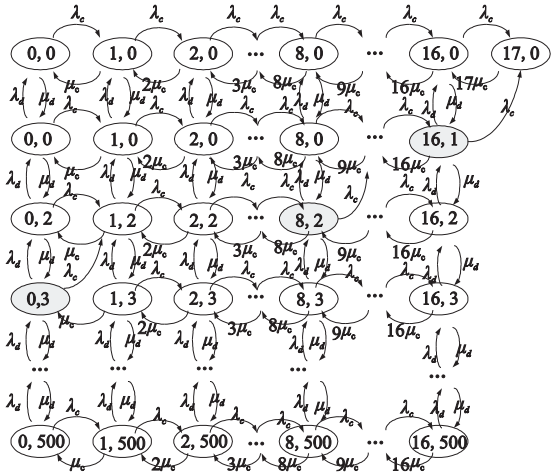


图3　PGC算法马尔可夫排队模型

## 2　仿真及结果分析

### 2.1　研究仿真参数的确定

采用 MATLAB 软件进行系统级仿真,表 1 给出了仿真参

数。用户状态的初始化包括位置、速度、运动方向、业务类别、业务服务时间等。在用户状态初始化时,选择距离最小的基站作为服务小区,每个用户都以群组成员的方式出现。10 个群组(每组 20 人)随机分布于系统中。

表 1　仿真参数设定[4,5,8,9]

| 仿真参数 | 参数值 |
|---|---|
| UE 运动速度 | 均值为 8、方差为 2 的正态分布 |
| UE 运动方向 | 随机确定 |
| 小区半径/m | 1000 |
| 网络结构 | 19 蜂窝小区 wrap-around |
| 判决切换迟滞时间/s | 10 |
| 子帧上下行时隙数 | 3:3 |
| 每时隙 BRU 数 | 16 |
| 语音、数据业务到达分布 | 泊松分布 |
| 语音、数据业务持续时间分布 | 负指数分布 |
| 语音业务所需 BRU 数目 | 2 个 BRU |
| 数据业务占 BRU 数目 | 普通数据业务:8 个 BRU<br>高速数据业务:16 个 BRU |

## 2.2　仿真结果及分析

由图 4,在 PGC 算法下,较高优先级群组的切换阻塞率以及新生成呼叫阻塞率与普通群组相比明显降低。这是由于较高优先级群组的组呼业务,在达到接入门限时可以强占数据信道,提高了组内大量用户的呼叫成功率。

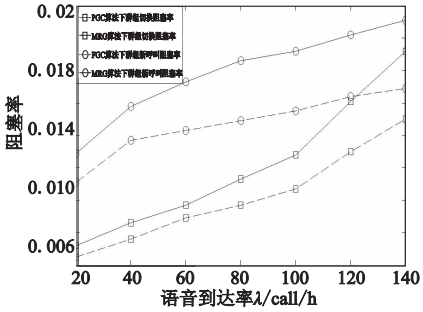


图4 PGC算法下不同优先级群组语音业务阻塞概率比较

图 5、6 为在 PGC 和 MRG 两种算法下,对所有群组(包括高优先级群组和低优先级群组)的语音业务综合考量。设定两组不同的数据到达率,分别为 2 packet/s 和 0.5 packet/s。由图可见,在 PGC 算法下,在不同语音业务到达率下切换阻塞率以及新生成呼叫阻塞率均有所优化。在 PGC 算法下,优先级高群组的组呼业务给予了特殊考虑,避免了大量用户的掉话;同时低优先级群组的呼叫业务也不会被强占,这样使得整个系统中的呼叫业务通话成功率得到大幅提升。数据到达率在 2 packet/s 时的呼叫阻塞概率大于数据到达率在 0.5 packet/s 时的呼叫阻塞概率。这是由于数据到达率较高时,系统中的数据包个数增多,其中的调度类数据业务也增多,PGC 算法中组呼业务无法强占调度类数据业务的资源,所以组呼业务强占资源概率减少,使得阻塞率增加。

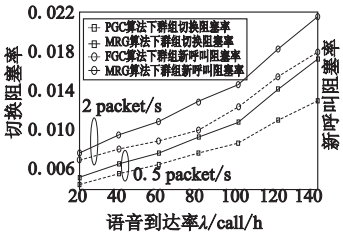


图5 PGC与MRG算法在特定数据到达率时,语音切换阻塞率比较

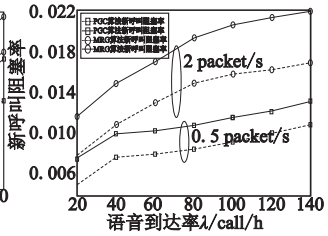


图6 PGC与MRG算法在特定数据到达率时,语音新呼叫阻塞率比较

图 7 为在 PGC 和 MRG 算法下,对所有群组数据业务的时延比较。从图中可见,在 PGC 算法情况下,平均每个数据包的时延略大于 MRG 算法下数据包的时延,这是由于低优先级群组的数据包存在被强占信道资源的可能,使得在不同算法下每个数据包的平均时延有所升高。经过仿真,每个数据包时延略有降低,但是使得信道服务更多用户,明显提高了系统的效用值。

为反映两种算法在相同条件下的服务人数情况,定义了资源使用效用函数 $\eta = \kappa / n \times m$。其中:$\kappa$ 为一段时间内附着信道的平均用户数;$n$ 为 TD-SCDMA 一个子帧时隙数;$m$ 为扩频因子。进行对比,此处 $n$ 取下行时隙数 3,$m$ 取值 16。仿真结果显示,在 PGC 算法下,资源效用函数明显大于 MRG 算法,可以服务更多用户,更为适用于集群通信系统。两种算法下平均每个 BRU 承载用户数如图 8 所示。

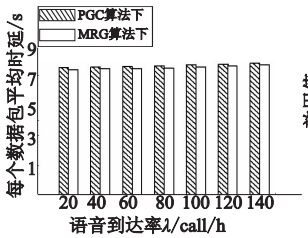


图7　PGC与MRG算法下时延比较

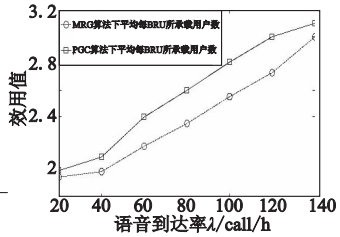


图8　两种算法下平均每个BRU承载用户数

## 3　结束语

该算法基于 TD-SCDMA 集群通信系统,有点考虑了优先级较高且人数众多群组的语音业务。理论分析表明,人数众多的群组按照算法较易达到接入门限,可以有效降低切换呼叫阻塞率以及新生成呼叫阻塞率。通过仿真也达到了与理论相同的结果。同时普通群组的数据业务时延有所上升,节省出的资源可供众多用户共享,大大减少了用户呼叫阻塞的发生。为集群通信系统资源分配提出了一种较为可行的策略。

**参考文献:**

[1]　徐志强,谢显中. 动态信道分配在 TD-SCDMA 系统中的应用研究[J]. 重庆邮电大学学报:自然科学版,2007,19(2): 167-171.

[2]　啜钢,王文博. 移动通信原理与系统[M]. 2 版. 北京:北京邮电出版社,2009.

[3]　唐宏,谢静. TD-SCDMA 集群通信系统中一种基于系统负荷的切换策略[J]. 技术业务与创新,2010,10(5):67-71.

[4]　GUO Zheng, SUN Jun, SHAO Shi-xiang, *et al*. A dynamic channel allcotion strategy based on TD-SCDMA trunking system[C]//Proc of the 7th International Conference on Wireless Communication, Networking and Mobile Computing. [S. l. ]: IEEE, 2011: 1-4.

[5]　石文孝,赵俊,迟学芬,等. 基于优先级信道预留的快速动态信道分配算法[J]. 通信学报,2009,30(7): 59-68.

[6]　LIU Ya-ping, SUN Jun. Research on dynamic resource allocation strategy in the trunking communication system based on TS-SCDMA network[C]//Proc of the 3rd International Conference on Communication Software and Networks. [S. l. ]: IEEE, 2011: 185-188.

[7]　孟伟,孟正大. TD-SCDMA 系统中动态信道分配技术研究[J]. 电脑知识与技术,2008,4(4):812-814.

[8]　RITTAS N E, ASIMAKOLOULOS A G, POLYDOROS P I, *et al*. Path loss model for TETRA network in metropolitan areas[C]//Proc of the 9th International Symposium on Computers and Communications. Washington DC: IEEE Computer Society, 2004: 690-695.

[9]　李强,于游. TD-SCDMA 集群通信系统会话类业务模型分析[J]. 电视技术,2011,35(15):103-106.